



Politechnika
Wrocławska

Implementacja programu GRAPHPLAN do planowania akcji z wykorzystaniem programowania ograniczeń

Radosław Wojtczak

Promotor: Dr Przemysław Kobylański



Wprowadzenie

- **Plan** – lista akcji, której zastosowanie do stanu początkowego powoduje jego zmianę do stanu określonego w ramach celu.
- **Plan optymalny** – plan o minimalnej liczbie kroków satysfakcjonujący wskazany cel.

Podstawowe definicje

- **Stan** – informacja o pojedynczym obiekcie w świecie
- **Warunki początkowe** – zbiór stanów świata przed rozpoczęciem wykonywania czynności
- **Cel** – oczekiwany stan świata
- **Akcja** – działanie zmieniające przedstawiony świat w ściśle określony sposób

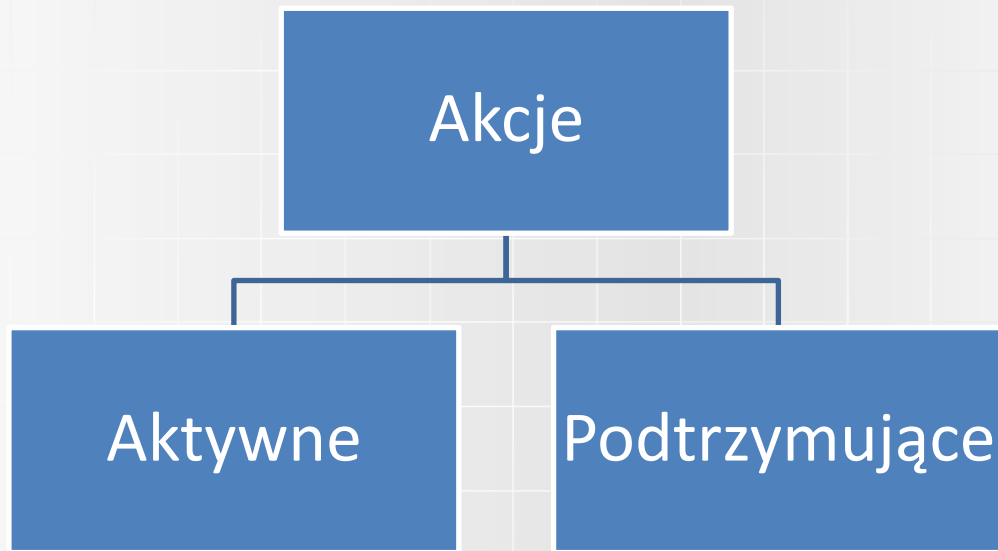


GRAPHPLAN

- Językiem opisu świata jest język **STRIPS**
- Bazuje na strukturze o nazwie **graf planujący**
- Wykorzystuje własności częściowego porządku
- Pozwala na równoległość akcji
- Zawsze tworzy optymalny plan
- Wykrywa niemożliwość utworzenia planu



Typy akcji

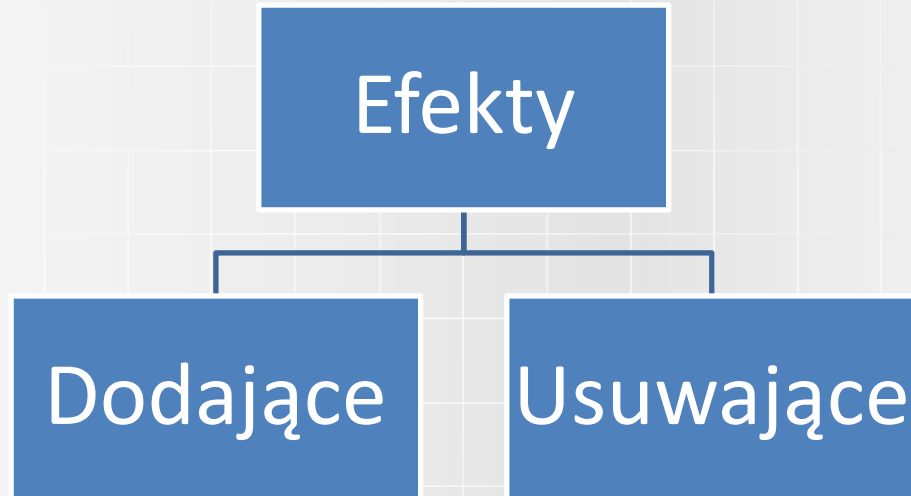


Akcja podtrzymująca - akcja, która przenosi stan obiektu w czasie t w sposób nienaruszony do poziomu stanów w czasie $t+1$

Akcja aktywa - akcja, która zmienia stan obiektu między stanami w czasie t oraz $t+1$



Efekty akcji

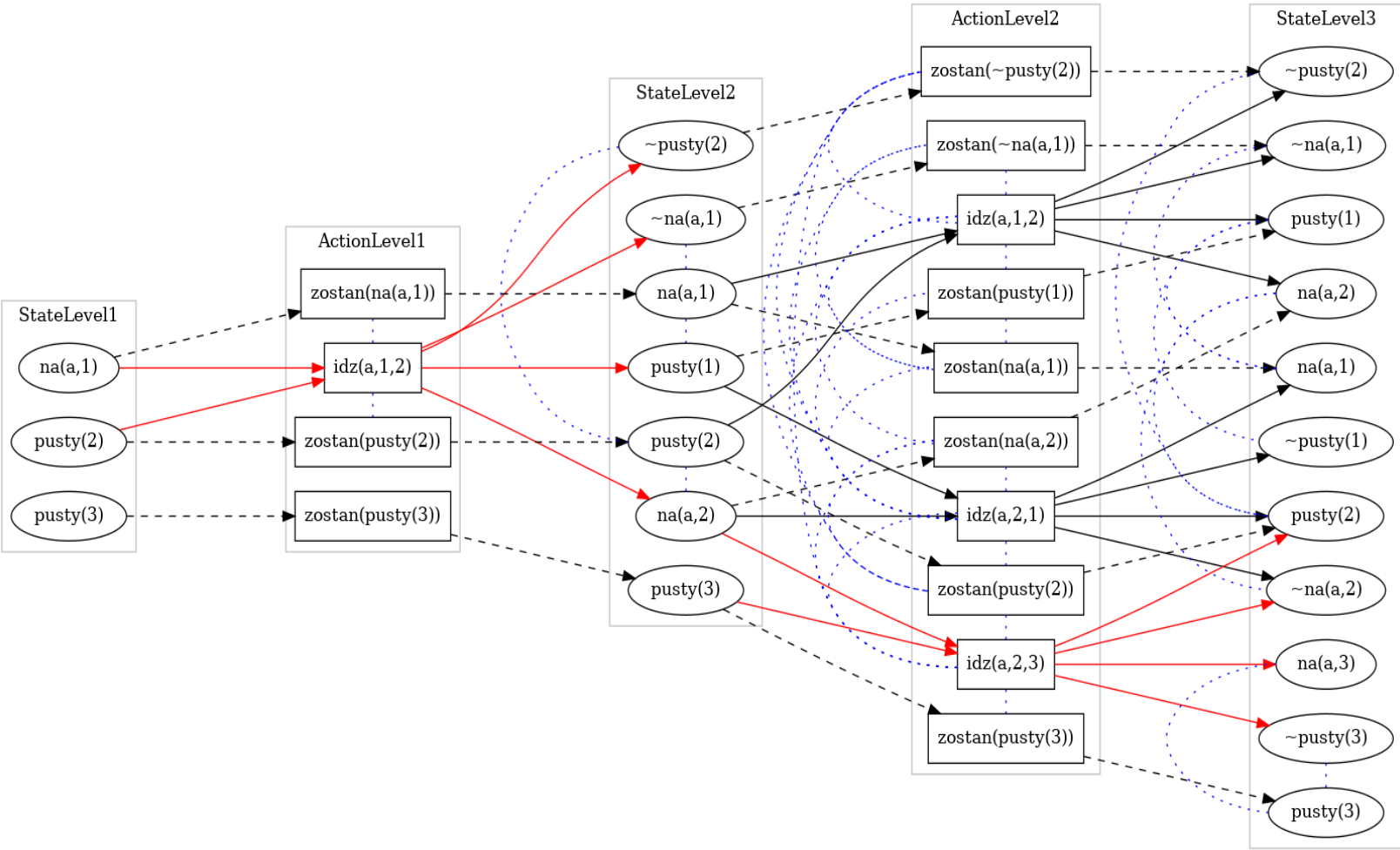
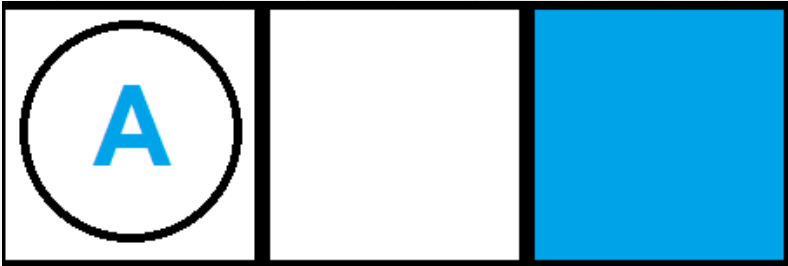


Efekt dodający informuje o pojawieniu się lub podtrzymaniu danej składowej świata

Efekt usuwający informuje o pozbawieniu świata danej składowej



Politechnika
Wrocławska





Politechnika
Wrocławska

Relacja wzajemnego wykluczania

- Ze względu na wprowadzenie pojęcia równoległości może zaistnieć sytuacja, że dwie wybrane akcje spowodują sprzeczność w świecie
- Aby tego uniknąć wprowadzono **relacje wzajemnego wykluczania** (ang. **mutually exclusive, mutex**)



Relacja wzajemnego wykluczania dla stanów

Dwa stany są ze sobą w relacji wykluczającej w następujących przypadkach:

- **Negacja** - przypadek, w którym jeden ze stanów jest negacją drugiego
- **Niespójne powstanie** - wszystkie akcje z poprzedniej warstwy, które prowadzą do utworzenia ów stanów są ze sobą parami w relacji wykluczającej



Politechnika
Wrocławska

Relacja wzajemnego wykluczania dla akcji

Dwie akcje mogą być ze sobą w relacji wzajemnie wykluczającej w trzech następujących przypadkach:

- **Niespójny efekt** - przypadek, w którym przynajmniej jeden z elementów zbioru efektów pierwszej akcji jest negowany przez przynajmniej jeden z elementów zbioru efektów drugiej
- **Przeszkadzanie** - przypadek, w którym jedna z akcji usuwa warunki zajścia akcji drugiej
- **Konkurencyjne potrzeby** - przypadek, w którym warunki zajścia akcji są ze sobą w relacji wykluczającej.



Programowanie ograniczeń

- Forma programowania deklaratywnego
- Ograniczenia przedstawiają relację między zmiennymi
- Rozwiązaniem jest ustalenie zmiennych w taki sposób, aby wszystkie ograniczenia były spełnione
- W celu rozwiązania ograniczenia stosuje się metody takie jak **propagacja ograniczenia** oraz **wyszukiwanie lokalne**.

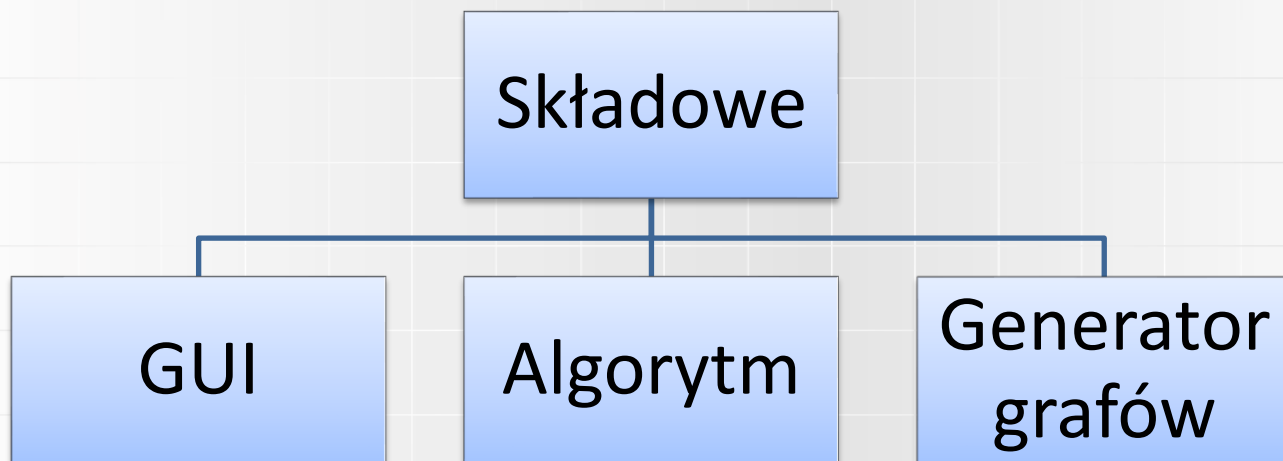


Wykorzystanie

- Każda akcja oraz stan zawiera w sobie **indykator**
- Indykator jest liczbą całkowitą nieujemną
- Stany początkowe mają indykatory równe 1
- Ze względu na relacje wzajemnego wykluczania między akcjami dochodzi do modyfikacji indykatorów w zależności, czy dane akcje (stany) mogą się pojawić w danej warstwie
- Cel: Każdy element stanu końcowego musi mieć indykator równy 1



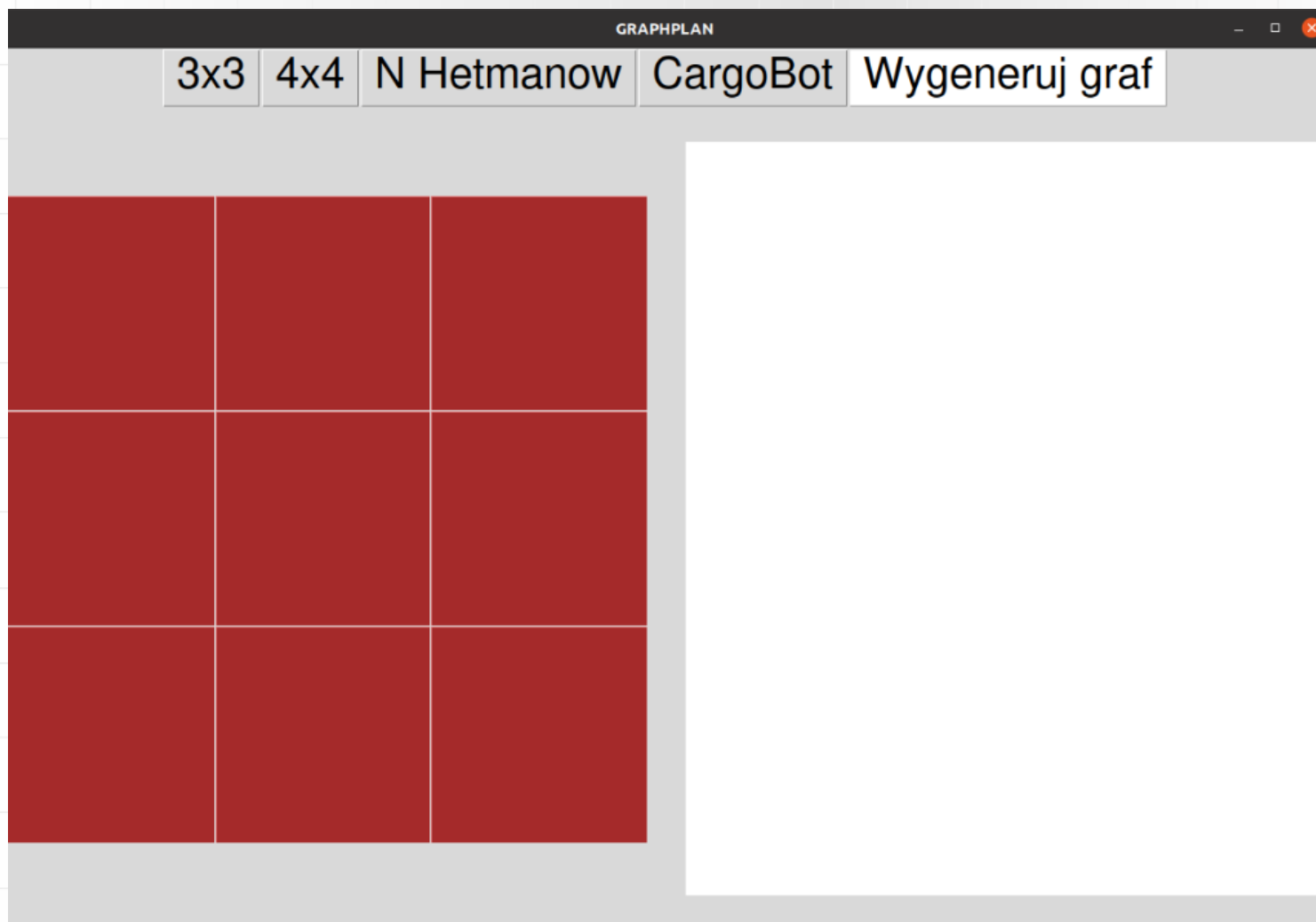
Implementacja





Politechnika
Wrocławska

GUI

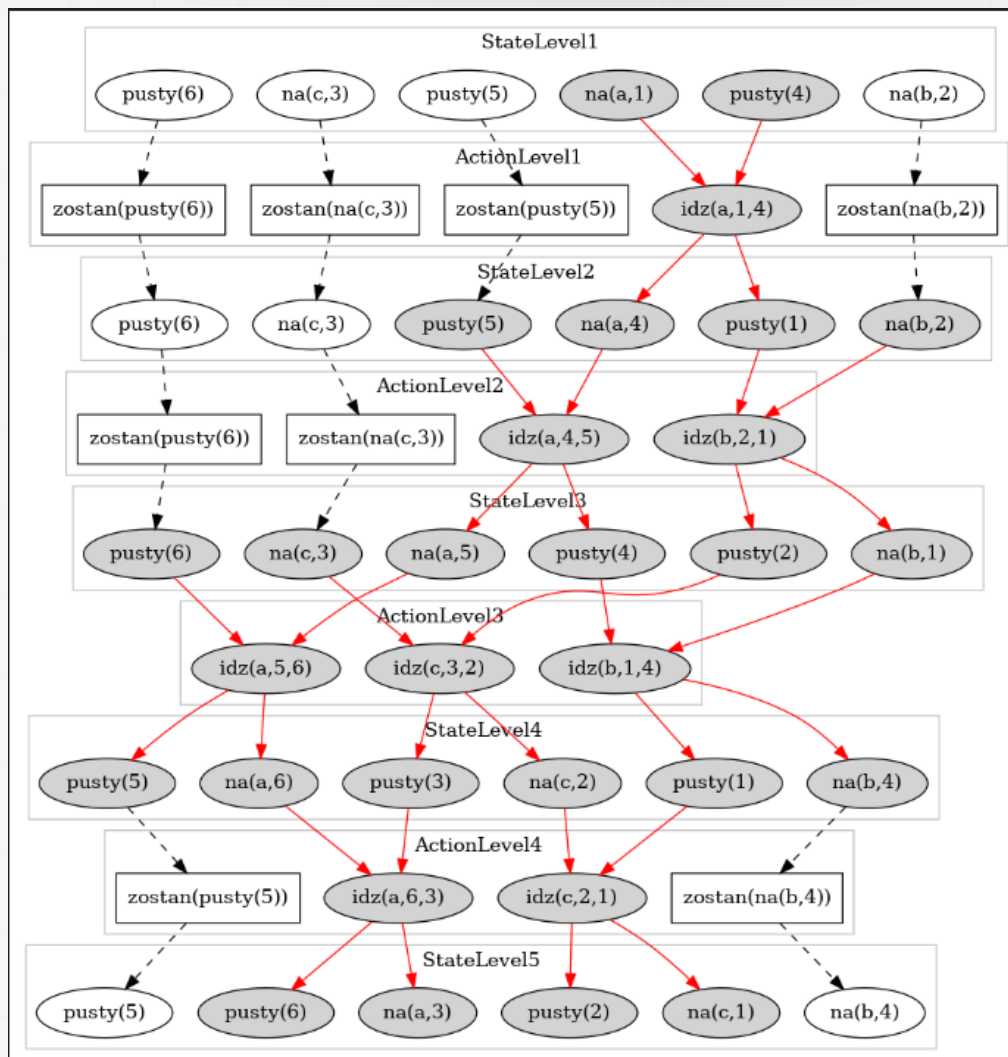




Algorytm

- Implementacja w języku **PROLOG**
- Informacje o stanach świata w każdym kroku przekazywane do generatora grafów w formie pliku tekstowego
- Wykorzystanie wbudowanej biblioteki **clpfd** dostarczającej mechaniki programowania ograniczeń dla skończonych dziedzin

Generator grafów





Podsumowanie

- Udało się zaimplementować algorytm wraz ze wszystkimi jego własnościami
- Programowanie ograniczeń spełnia swoją rolę odnośnie propagacji ograniczeń na równoległość stanów (akcji)
- Aplikacja może zostać rozwinięta o kolejne światy, w których użytkownik mógłby operować
- Algorytm może zostać zmodyfikowany, między innymi dodając poszukiwanie wprzód, bądź korzystając z elementów środowiskowych